

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION  
EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la Propriété  
Intellectuelle  
Bureau international



(43) Date de la publication internationale  
1 juillet 2004 (01.07.2004)

PCT

(10) Numéro de publication internationale  
**WO 2004/055752 A1**

(51) Classification internationale des brevets<sup>7</sup> : G08G 5/04,  
G05D 1/06

(72) Inventeur; et

(75) Inventeur/Déposant (*pour US seulement*) : MEUNIER,  
Hugues [FR/FR]; THALES Intellectual Property, 31-33,  
avenue Aristide Briand, F-94117 ARCUEIL Cedex (FR).

(21) Numéro de la demande internationale :

PCT/EP2003/050921

(22) Date de dépôt international :

2 décembre 2003 (02.12.2003)

(74) Mandataire : BEYLOT, Jacques; THALES Intellectual  
Property, 31-33, avenue Aristide Briand, F-94117 AR-  
CUEIL Cedex (FR).

(25) Langue de dépôt :

français

(81) États désignés (*national*) : CA, US.

(26) Langue de publication :

français

(84) États désignés (*régional*) : brevet européen (AT, BE, BG,  
CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE,  
IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR).

(30) Données relatives à la priorité :

0215841

13 décembre 2002 (13.12.2002) FR

Publiée :

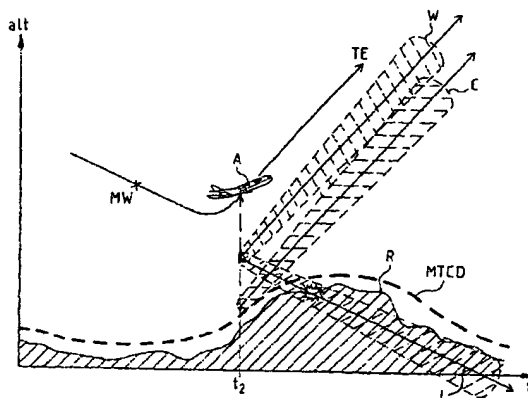
— avec rapport de recherche internationale  
— avant l'expiration du délai prévu pour la modification des  
revendications, sera republiée si des modifications sont re-  
çues

(71) Déposant (*pour tous les États désignés sauf US*)  
: THALES [FR/FR]; 45, rue de Villiers, F-92200  
NEUILLY-SUR-SEINE (FR).

[Suite sur la page suivante]

(54) Title: ANTICOLLISION EQUIPMENT ON BOARD AN AEROPLANE WITH NORMAL FLIGHT REVERSION AID

(54) Titre : EQUIPEMENT ANTICOLLISION TERRAIN EMBARQUE A BORD D'AERONEF AVEC AIDE AU RETOUR EN  
VOL NORMAL



(57) Abstract: The invention concerns a standard terrain anticollision equipment which develops, around the short-term trajectory predicted for the aeroplane (A) which is equipped therewith, virtual protection volumes located by sensors (W, C) and signals a terrain collision risk when it detects a terrain intrusion (R) in said protective virtual operating volumes. The inventive terrain anticollision equipment provides the crew, additionally to early warnings and warnings of terrain collision risk, with an indication of the possibility of the stoppage of an evasive action initiated to overcome a terrain collision risk, in the form, either of a stoppage of an audio and/or visual instruction of the continuation of the evasive action (such as proceed with climb), or the temporary generation of an audio and/or visual instruction of the possible ending of the evasive action (such as back to normal flight), produced by a sensor (L) specific to route resumption, the absence of terrain contact with said route-resumption-specific sensor (L) is used to ascertain definitive resolution of the terrain collision risk.

[Suite sur la page suivante]

WO 2004/055752 A1

*En ce qui concerne les codes à deux lettres et autres abréviations, se référer aux "Notes explicatives relatives aux codes et abréviations" figurant au début de chaque numéro ordinaire de la Gazette du PCT.*

(57) **Abrégé :** Un équipement anticollision terrain classique élabore, autour de la trajectoire prévue à court terme pour l'aéronef (A) qui en est équipé, des volumes virtuels de protection d'évolution repérés par des palpeurs (W, C) et signale un risque de collision terrain dès qu'il détecte une intrusion du terrain (R) dans ces volumes virtuels de protection d'évolution. L'équipement anticollision terrain proposé fournit à l'équipage, en plus des préalarmes et alarmes de risque de collision terrain, une indication de possibilité de cessation d'une manœuvre d'évitement entamée pour résoudre un risque de collision terrain, sous forme, soit d'un arrêt d'une consigne aurale et/ou lumineuse de poursuite de la manœuvre d'évitement (telle que « continuer montée »), soit de la génération momentanée d'une consigne aurale et/ou lumineuse de fin possible de la manœuvre d'évitement (telle que « reprendre vol normal », élaborée au moyen d'un palpeur (L) spécifique à la reprise de route, l'absence de contact du terrain avec ce palpeur (L) spécifique à la reprise de route étant utilisé pour constater la résolution définitive d'un risque de collision terrain.

## **EQUIPEMENT ANTICOLLISION TERRAIN EMBARQUE A BORD D'AERONEF AVEC AIDE AU RETOUR EN VOL NORMAL**

La présente invention concerne la prévention des accidents aéronautiques dans lesquels un aéronef resté manœuvrable s'écrase au sol. Ce type d'accident, qui représente un pourcentage important des catastrophes aériennes civiles du passé, est connu dans la littérature technique sous l'acronyme CFIT tiré de l'expression anglo-saxonne "Controlled Flight Into Terrain".

Pour lutter contre les risques de CFIT divers équipements d'alerte de proximité du sol ont été introduits à bord des aéronefs.

Une première génération d'équipements d'alerte de proximité sol appelés GPWS (acronyme de l'expression anglo-saxonne : Ground Proximity Warning System") surveillent la hauteur de l'aéronef au-dessus du sol mesurée par un radioaltimètre et la confronte :

- soit avec la vitesse verticale de descente de l'aéronef mesurée par un altimètre barométrique et/ou une centrale inertielle, la confrontation se faisant par comparaison simple (mode 1) ou, d'une manière plus sophistiquée, par filtrage non-linéaire (mode 2),
- soit avec une mesure antérieure de la hauteur au-dessus du sol pour signaler une perte anormale d'altitude au cours d'un décollage ou d'une approche manquée (mode 3),
- soit avec la vitesse air de l'aéronef et les positions du train d'atterrissage et des volets (mode 4),
- soit avec l'erreur verticale de présentation de l'aéronef dans le faisceau de guidage d'un ILS (acronyme tiré de l'anglo-saxon : "Instrument Landing System") lors d'un atterrissage (mode 5),
- soit encore avec la position de l'aéronef à proximité d'une piste d'atterrissage (call-out),
- soit avec l'angle de roulis,

pour déclencher une alerte sonore et/ou visuelle dans le cockpit en cas de détection d'un rapprochement dangereux avec le sol.

Malgré, cette première génération d'équipements GPWS le pourcentage d'accidents aéronautiques de type CFIT est resté élevé, essentiellement, pour les raisons suivantes :

- 5                   - alerte de proximité sol tardive voire manquante due au principe même de la détection des risques de collision avec le sol par une radiosonde regardant sous l'avion et non au devant de l'avion,
- 10                  - alarme de proximité sol manquante par suite d'une réduction temporaire, par l'équipage, de la sensibilité de l'équipement GPWS en vue de limiter les fausses alarmes (C'est le cas généralement des accidents intervenant au cours d'une
- 15                  - alerte de proximité sol tardive car les seuils de déclenchement de l'équipement GPWS ont été momentanément relevés toujours pour limiter les fausses alarmes au cours d'une
- 20                  - alerte de proximité sol dans les temps mais l'équipage a réagi trop tardivement ou n'a pas réagi à cause d'une désensibilisation de l'équipage résultant du taux trop élevé de
- fausses alertes, principalement dues à une prédiction de risque de collision à chaque fois que du terrain commence à monter sous l'avion de façon dangereuse ou non.

Le besoin d'améliorer ces équipements GPWS d'alerte sol de première génération s'est donc rapidement fait sentir. La voie suivie a été celle d'augmenter les informations prises en compte par les équipements d'alerte sol concernant le terrain situé au-devant et sur les côtés de la trajectoire prévisible à court terme de l'aéronef en profitant de l'avènement des systèmes de positionnement précis tels que les systèmes de positionnement par satellites et des cartes en relief numérisées

30                  memoriables dans des bases de données embarquées.

Pour répondre à ce besoin d'amélioration, il est alors apparu une deuxième génération d'équipements d'alerte de proximité sol appelés TAWS (acronyme tiré de l'expression anglo-saxonne : "Terrain Awareness Warning System) remplissant en plus des fonctions GPWS habituelles, une fonction

35                  additionnelle d'alerte prédictive de risques de collision avec le relief et/ou des

obstacles au sol dite FLTA (acronyme tiré de l'expression anglo-saxonne « predictive Forward-Looking Terrain collision Awareness and alerting) ou encore GCAS (acronyme tiré de l'expression anglo-saxonne : " Ground Collision Avoidance system") Cette fonction FLTA consiste à fournir, à  
5 l'équipage, des pré-alertes et alertes à chaque fois que la trajectoire prévisible à court terme de l'aéronef rencontre le relief et/ou un obstacle au sol afin qu'une manœuvre d'évitement soit engagée.

La trajectoire prévisible à court terme de l'aéronef est fournie par les équipements de navigation de l'aéronef à partir d'une mesure, dans les  
10 trois dimensions, de la position instantanée et du vecteur vitesse de l'aéronef donnés par un système de positionnement embarqué, typiquement : récepteur de positionnement par satellites et/ou centrale inertielle. Le relief et/ou les obstacles au sol font l'objet d'une représentation topographique extraite d'une base de données terrain et/ou obstacles, embarquée à bord de  
15 l'aéronef ou au sol mais accessible de l'aéronef par ses moyens de radiocommunication.

La fonction FLTA détermine la trajectoire prévisible à court terme de l'aéronef à partir d'informations fournies par les équipements de navigation de l'aéronef, pour délimiter un ou plusieurs volumes de protection  
20 autour de la position et de la trajectoire courantes de l'aéronef et engendrer des alarmes de risque de collision avec le relief et/ou des obstacles au sol à chaque intrusion, dans ces volumes de protection, du relief et/ou d'obstacles au sol survolés, modélisés à partir d'une représentation topographique extraite de la base de données terrain et/ou obstacles.

Un volume de protection lié à l'aéronef est une partie de l'espace dans laquelle l'aéronef est susceptible d'évoluer dans un futur plus ou moins proche. Son importance et sa forme dépendent du délai recherché entre une alarme et la réalisation d'un risque de collision, et, dans une certaine mesure de la manoeuvrabilité de l'aéronef à l'instant considéré, c'est-à-dire des  
25 capacités d'évolution de l'aéronef qui sont liées à ses performances, au module et à la direction de sa vitesse air, et à son attitude de vol (vol en ligne droite ou en virage, etc.). Il est défini par ses parois inférieure et frontale et, éventuellement, latérales.  
30

Lorsqu'un risque de collision est détecté par la fonction FLTA, il est habituel d'engendrer, à l'intention de l'équipage de l'aéronef, une pré-alarme suivie d'une alarme.

5 Dans ce cas, la fonction FLTA fait appel à au moins deux volumes de protection dirigés vers l'avant selon la trajectoire future prédite et vers le dessous de l'aéronef. Un premier volume de protection, le plus distant de l'aéronef, est utilisé pour générer une pré-alarme tandis qu'un deuxième volume de protection plus proche de l'aéronef est utilisé pour générer une alarme.

10 La pré-alarme a pour but de donner conscience à l'équipage d'un risque à court terme de collision avec le terrain et/ou des obstacles sol afin qu'il en tienne compte dans le pilotage de l'aéronef. Elle est donnée suffisamment à l'avance pour que l'équipage puisse corriger sa trajectoire et se préparer à effectuer une éventuelle manœuvre d'évitement. Elle consiste  
15 par exemple, en un avertissement sonore répétitif de type : "Caution Terrain" doublé ou non d'une signalisation lumineuse et accompagnée ou non d'une symbologie spécifique sur un écran de visualisation (zone jaune par exemple) du cockpit.

L'alarme prévient l'équipage d'un risque à très court terme de collision avec le terrain et/ou des obstacles sol en lui conseillant fortement  
20 d'effectuer une manœuvre immédiate d'évitement, en général de type « pull-up ». C'est par exemple un avertissement sonore répétitif de type : " Terrain Terrain, Pull up " pouvant être également doublée d'une signalisation lumineuse et accompagnée ou non d'une symbologie spécifique sur un écran  
25 de visualisation (zone rouge par exemple) du cockpit. Quand une manœuvre de type « Pull-up » n'est pas jugée faisable par le système, une autre alarme peut être émise (par exemple « Avoid Terrain »).

Lorsque le risque à court terme ou très court terme de collision avec le terrain et/ou avec des obstacles au sol ayant motivé une pré-alarme  
30 ou une alarme disparaît notamment en raison de l'exécution d'une manœuvre d'évitement appropriée, la pré-alarme ou l'alarme est levée et les avertissements sonores et/ou lumineux supprimés.

Un tel dispositif fait l'objet des brevets français FR 2 689 668, FR 2 747 492, FR 2 773 609, FR 2 813 963 et des brevets américains  
35 correspondants US 5 488 563, US 5 638 282, US 6 088 654 dont le contenu

descriptif est à considérer comme intégralement incorporé à la présente description.

Souvent, la fonction FLTA est associée un dispositif d'affichage des risques de collision terrain affichant sur un ou des écrans installés à bord  
5 une image représentant en deux dimensions une enveloppe du terrain et/ou des obstacles survolés en mettant en évidence les risques de collision, avec leurs importances relatives, que font encourir les différents terrain et/ou obstacles à portée de l'aéronef.

Un tel dispositif de visualisation a fait l'objet du brevet français  
10 FR 2 773 609 et du brevet américain US 6 088 654 lui correspondant qui ont déjà étaient cités.

Les équipements anticollision sol actuellement connus, s'ils permettent de détecter les risques de collision sol et de les prévenir par une manœuvre d'évitement appropriée, ne permettent cependant pas de  
15 connaître avec précision l'instant à partir duquel une manœuvre d'évitement de terrain et/ou d'obstacles au sol entamée de manière appropriée pour traiter un risque de collision avec le terrain et/ou des obstacles au sol, peut être terminée et à partir duquel la reprise d'un vol normal peut être envisagée. En effet, la pré-alarme ou l'alarme s'arrête dès que le risque à  
20 court terme ou très court terme de collision avec le terrain et/ou avec des obstacles au sol l'ayant motivé disparaît notamment en raison de l'exécution d'une manœuvre d'évitement appropriée écartant suffisamment la trajectoire prévue à court terme pour l'aéronef, du terrain et/ou des obstacles au sol survolés, ce qui peut se produire alors que l'aéronef est en montée, sans  
25 avoir encore atteint l'altitude de sécurité prévue pour le lieu considéré.

L'affichage cartographique des équipements anticollision sol actuels ne renseigne pas non plus clairement sur l'instant où un risque de collision sol est effectivement résolu sauf s'il utilise comme altitude de référence d'altitude d'affichage une altitude liée à l'altitude instantanée de  
30 l'aéronef.

Comme il ne reçoit pas de signal de fin de manœuvre d'évitement de la part de l'équipement d'alerte de risques de collision de terrain et/ou d'obstacles au sol, l'équipage d'un aéronef attend d'être nettement au-dessus de l'altitude de sécurité fixée pour la zone survolée pour mettre fin à une

manœuvre d'évitement de terrain et/ou d'obstacles au sol, ce qui concourt à prolonger le temps de vol.

La présente invention a pour but de pallier l'inconvénient précité en donnant à l'équipage une indication claire de l'instant à partir duquel le conflit de terrain peut être considéré comme résolu et la manœuvre d'évitement peut être terminée, cela par le moyen d'annonces appropriées, aurales et/ou visuelles et/ou par une visualisation appropriée sur un ou plusieurs écran de bord donnant une représentation du terrain et/ou des obstacles survolés.

La présente invention a pour objet un équipement anticollision terrain embarqué à bord d'aéronef, comportant des moyens de détermination d'au moins une enveloppe virtuelle de protection d'évolution de l'aéronef construite autour de la trajectoire de l'aéronef prédite à court terme et délimitant un volume de protection autour de la position et de la trajectoire courantes de l'aéronef, des moyens de détection des intrusions, dans la ou lesdites enveloppes virtuelles de protection d'évolution, d'une représentation d'une enveloppe du terrain et/ou des obstacles au sol survolés mémorisée dans une base de données embarquée ou au sol, et des moyens d'alarme déclenchés par les moyens de détection d'intrusion. Cet équipement anticollision terrain est remarquable en ce que, après détection d'un risque de collision sol, ses moyens de détermination d'enveloppes virtuelles de protection fournissent, en plus des enveloppes virtuelles de protection d'évolution, au moins une enveloppe virtuelle de protection de reprise de route, construite autour d'une trajectoire fictive de reprise de route, en ce que ses moyens de détection d'intrusion détectent les intrusions du terrain et/ou des obstacles sol à la fois dans la ou les enveloppes virtuelles de protection d'évolution et dans la ou les enveloppes virtuelles de protection de reprise de route et en ce que ses moyens d'alarmes engendrent une indication signalant la possibilité de mettre fin à une manœuvre d'évitement dès que les moyens de détection d'intrusion ne constatent plus d'intrusion du terrain et/ou des obstacles au sol dans la ou les enveloppes virtuelles de protection de reprise de route.



Avantageusement, la trajectoire fictive de reprise de route est une trajectoire horizontale.

5       Avantageusement, la trajectoire fictive de reprise de route est une trajectoire ayant pour pente, une pente horizontale si la trajectoire instantanée de l'aéronef est en montée ou en palier, et une pente fonction de la trajectoire instantanée de l'aéronef si l'aéronef est en descente.

10       Avantageusement, la trajectoire fictive de reprise de route est une trajectoire ayant pour pente, une pente fonction de la trajectoire instantanée de l'aéronef.

15       Avantageusement, la trajectoire fictive de reprise de route est une trajectoire ayant pour pente, une pente fonction de la trajectoire de l'aéronef au moment de la détection du risque de collision terrain.

20       Avantageusement, la trajectoire fictive de reprise de route est une trajectoire ayant pour pente, une pente fonction de la trajectoire de l'aéronef au moment de la détection du risque de collision terrain, si celui-ci était en descente, et une trajectoire horizontale si celui-ci était en vol horizontal ou en montée au moment de la détection du risque de collision terrain.

25       Avantageusement, la trajectoire fictive de reprise de route est une trajectoire ayant pour cap, le cap instantané de l'aéronef.

30       Avantageusement, la trajectoire fictive de reprise de route est une trajectoire ayant pour cap et pente, ceux de la trajectoire de l'aéronef au moment de la détection du risque de collision terrain.

35       Avantageusement, les limites de la ou des enveloppes virtuelles de protection sont définies par une surface dite palpeur dont la rencontre avec la représentation d'une enveloppe du terrain et/ou des obstacles au sol extraite des informations de la base de données est assimilée à une intrusion du terrain et/ou des obstacles au sol dans l'enveloppe virtuelle de protection correspondante.

Avantageusement, quelle que soit l'attitude instantanée de l'aéronef (montée, vol en palier, descente), la projection à l'horizontale d'un palpeur d'enveloppe virtuelle de protection d'évolution est adoptée comme  
5 palpeur d'une enveloppe virtuelle de protection de reprise de route.

Avantageusement, lorsque l'attitude instantanée de l'aéronef est une montée ou un vol en palier, la projection à l'horizontale d'un palpeur d'enveloppe virtuelle de protection d'évolution est adoptée comme palpeur  
10 d'une enveloppe virtuelle de protection de reprise de route.

Avantageusement, lorsque l'attitude instantanée de l'aéronef est une descente, la projection selon un plan incliné fonction de la pente de descente instantanée de l'aéronef d'un palpeur d'enveloppe virtuelle de protection d'évolution est adoptée comme palpeur d'une enveloppe virtuelle  
15 de protection de reprise de route.

Avantageusement, lorsque l'attitude instantanée de l'aéronef est une descente, la projection, selon un plan incliné fonction de la pente de descente instantanée de l'aéronef, d'un palpeur d'enveloppe virtuelle de protection d'évolution pendant une certaine distance ou temps de vol puis , selon l'horizontale, est adoptée comme palpeur d'une enveloppe virtuelle de protection de reprise de route.  
20

Avantageusement, lorsque l'équipement anticollision terrain est pourvu d'un écran de visualisation affichant une représentation des couches de terrain et/ou des risques de collision avec le terrain et/ou les obstacles survolés, la projection, selon deux plans, adoptée comme palpeur d'une enveloppe virtuelle de protection de reprise de route est réalisée de façon cohérente avec celle utilisée sur l'écran pour la représentation des couches de terrain et/ou des risques de collision avec le terrain et/ou les obstacles survolés.  
25  
30

Avantageusement, lorsque l'aéronef était en montée ou en palier au moment de la détection d'un risque de collision terrain, la projection à  
35

l'horizontale d'un palpeur d'enveloppe virtuelle de protection d'évolution est adoptée comme palpeur d'une enveloppe virtuelle de protection de reprise de route.

5           Avantageusement, lorsque l'aéronef était en descente au moment de la détection d'un risque de collision terrain, la projection selon un plan incliné fonction de la pente de descente de l'aéronef au moment de la détection du risque de collision terrain, d'un palpeur d'enveloppe virtuelle de protection d'évolution est adoptée comme palpeur d'une enveloppe virtuelle  
10 de protection de reprise de route.

          Avantageusement, lorsque les moyens de détermination d'enveloppe virtuelle de protection engendrent deux enveloppes virtuelles de protection d'évolution, la plus distante, pour une pré-alarme de collision  
15 terrain et la plus proche pour une alarme de collision terrain, la réunion des projections à l'horizontale des palpeurs des deux enveloppes virtuelles de protection d'évolution est adoptée comme palpeur d'une enveloppe virtuelle de protection de reprise de route.

20           Avantageusement, lorsque les moyens de détermination d'enveloppe virtuelle de protection engendrent deux enveloppes virtuelles de protection d'évolution, la plus distante pour une pré-alarme de collision terrain et la plus proche pour une alarme de collision terrain, la réunion des projections selon un plan incliné ayant la pente de descente de l'aéronef au  
25 moment de la détection du risque de collision terrain, des palpeurs des deux enveloppes virtuelles de protection d'évolution est adoptée comme palpeur d'une enveloppe virtuelle de protection de reprise de route.

          Avantageusement, l'indication signalant la possibilité de mettre fin  
30 à une manœuvre d'évitement est donnée momentanément sous forme aurale et/ou visuelle.

          Avantageusement, l'équipement anticollision terrain engendre une indication de maintien de la manœuvre d'évitement sous forme aurale et/ou  
35 visuelle, à la disparition d'une l'alerte terrain et ce jusqu'à ce qu'aucun risque

de collision ne soit détecté par l'enveloppe virtuelle de protection de reprise de route.

Avantageusement la distance verticale sous l'aéronef à laquelle  
5 est placée l'enveloppe virtuelle de protection de reprise de route est prise  
égale à celle utilisé pour l'une des enveloppes virtuelles de protection  
d'évolution.

Avantageusement, lorsque l'équipement anticollision terrain est  
10 pourvu d'un écran de visualisation affichant une représentation des couches  
de terrain et/ou des risques de collision avec le terrain et/ou les obstacles  
survolés, la distance verticale sous l'aéronef à laquelle est placée une  
enveloppe virtuelle de protection de reprise de route est prise cohérente avec  
celle utilisée sur l'écran pour la représentation des couches de terrain et/ou  
15 de risques de collision avec le terrain et/ou les obstacles survolés.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention ressortiront  
de la description ci-après d'un mode de réalisation donné à titre d'exemple.  
Cette description sera faite en regard du dessin dans lequel :

- 20 - une figure 1 est un schéma de principe d'un équipement  
anticollision terrain embarqué à bord d'un aéronef en vue de  
sécuriser son pilotage,
- des figures 2 à 4 sont des vues, essentiellement dans le plan  
vertical, montrant différentes phases d'un évitement de terrain  
25 mené par un aéronef sous le contrôle d'un équipement  
anticollision terrain selon l'invention, et
- des figures 5, 6 et 7 sont des schémas illustrant des choix  
possibles de palpeur d'enveloppe virtuelle de protection de  
reprise de route.

30 La figure 1 montre un équipement d'anticollision terrain 1 dans son  
environnement fonctionnel à bord d'un aéronef. L'équipement anticollision  
terrain se compose essentiellement d'un calculateur 2 associé à une base de  
données cartographiques 3. La base de données cartographiques  
35 représentée 3 est embarquée à bord de l'aéronef mais elle pourrait tout aussi

bien être au sol et accessible de l'aéronef par radiotransmission. Le calculateur 2 peut être un calculateur spécifique à l'équipement anticollision terrain ou un calculateur partagé avec d'autres tâches comme la gestion de vol ou le pilote automatique. En ce qui concerne l'anticollision terrain, il reçoit des équipements de navigation 4 de l'aéronef les principaux paramètres de vol dont la position de l'aéronef en latitude, longitude et altitude et la direction et l'amplitude de son vecteur vitesse. A partir de ces paramètres de vol, il détermine à chaque instant, au moins deux volumes de protection d'évolution dirigés vers l'avant selon une trajectoire future prédite et vers le dessous de l'aéronef, et recherche si ces volumes de protection entrent en contact avec le terrain et/ou les obstacles au sol survolés par comparaison de ces volumes de protection d'évolution avec une représentation du terrain et/ou des obstacles au sol survolés tirée de la base de données cartographiques 3, tout contact étant considéré comme un risque de collision avec du terrain et/ou des obstacles au sol. Il émet une pré-alarme 5 dès que le plus distant des volumes de protection est touché et une alarme si le plus proche des volumes de protection est également touché, et accompagne l'alarme, de la raison de l'alarme et éventuellement d'une indication sur la consigne d'évitement qui convient.

Par ailleurs, pour fournir à l'équipage de l'aéronef, une vision de la situation de l'aéronef par rapport au terrain et aux obstacles survolés, et, éventuellement, lui faciliter l'évaluation et la résolution des risques de collision terrain, l'équipement anticollision terrain 1 peut faire afficher sur un écran 6 du cockpit, une carte du terrain survolé faisant ressortir les zones de terrain menaçantes. Cette carte, généralement en deux dimensions, est constituée d'une représentation par courbes de niveau 7 du terrain survolé avec des fausses couleurs et/ou différentes textures et/ou symboles matérialisant l'ampleur du risque de collision correspondant à chaque tranche de terrain.

Un volume de protection lié à l'aéronef délimite une partie de l'espace dans laquelle l'aéronef doit pouvoir évoluer dans un futur plus ou moins proche sans risque de collision terrain. Son importance et sa forme dépendent du délai recherché entre une alarme et la réalisation d'un risque de collision, et, dans une certaine mesure, de la manoeuvrabilité de l'aéronef à l'instant considéré, c'est-à-dire des capacités d'évolution de l'aéronef qui

sont liées à ses performances, à l'amplitude et à la direction de sa vitesse air, et à son attitude de vol (vol en ligne droite ou en virage, etc..). Il est défini par une enveloppe virtuelle sans réalité physique, dont les seules parties inférieure et frontale et éventuellement latérales sont considérées.

5 Les parties inférieure et frontale d'un volume de protection sont habituellement assimilées à une bande, d'axe transversal horizontal, suivant, avec un certain décalage vertical fonction de la marge minimum de survol pour la situation considérée, la trajectoire qui serait suivie par l'aéronef dans le cas où son équipage viendrait à être averti d'un risque de collision terrain.  
10 et lui ferait adopter, au bout d'un temps normal de réaction agrémenté d'une marge de sécurité plus ou moins longue, une trajectoire d'évitement en montée, avec une pente voisine du maximum de ses possibilités du moment. Cette bande va en s'élargissant pour tenir compte de l'incertitude de plus en plus grande sur la position prévisible de l'aéronef au fur et à mesure de  
15 l'augmentation du délai de prévision et s'ouvre sur le coté en cas de virage en fonction du taux de virage. Elle commence par se diriger dans la direction du déplacement de l'aéronef, puis s'incurve vers le haut jusqu'à adopter une pente de montée correspondant au maximum des possibilités de montée de l'aéronef. Elle sert de palpeur car c'est son franchissement par le terrain  
20 et/ou les obstacles au sol qui sert de critère pour décider de la pénétration du terrain et/ou des obstacles au sol dans le volume de protection et admettre l'existence d'un risque de collision.

Sur la figure 2, un aéronef A se déplace, en descente, à un instant  $t_1$  et dans une direction D, au-dessus d'un terrain de profil vertical R. Cet  
25 aéronef A est pourvu d'un équipement anticollision terrain qui met en œuvre deux volumes de protection d'évolution: un volume de protection distant utilisé pour des pré-alarmes donc pour la détection de risques de collision terrain à court terme et correspondant à un premier palpeur C, et un volume de protection proche utilisé pour des alarmes donc pour la détection de  
30 risque de collision terrain à très court terme et correspondant à un deuxième palpeur W. Les deux palpeurs C et W utilisés pour les pré-alarmes et les alarmes modélisent des évitements du relief par le haut entamés à des instants  $t_1 + T_{pa}$  et  $t_1 + T_a$  et nécessitant un temps de mise en œuvre  $T_m$ . La détection des risques de collision terrain à court terme implique de prévoir la  
35 manœuvre d'évitement par le haut au bout d'un délai plus grand que la

détection des risques de collision terrain à très court terme, ce qui se traduit par un décalage du palpeur C par rapport au palpeur W selon la trajectoire future prédite. Comme elle repose sur une prévision à plus long terme de la position de l'aéronef, elle est moins fiable. Pour lui conserver néanmoins la même sûreté de détection son palpeur C est également décalé vers le bas par rapport au palpeur W.

Dans la situation représentée à la figure 2, l'équipement d'anticollision de l'aéronef A détecte une pénétration du terrain au travers de son palpeur C à l'instant t1 et engendre en conséquence, une pré-alarme de risque de collision terrain. Cette pré-alarme alerte l'équipage de l'aéronef A du risque que lui fait courir sa trajectoire de descente.

Arrivé au point MW, l'équipement anticollision terrain de l'aéronef A engendre une alarme de risque de collision terrain car l'enveloppe de protection la plus proche adoptée EW rencontre une surface MTCD recouvrant le relief R et correspondant à une marge minimum de sécurité retenue pour tenir compte des imprécisions de la base des données cartographiques 3 et/ou de la position verticale de l'avion fournie par les senseurs de bord, et d'une hauteur minimum de survol pour assurer la sécurité.

Cette alarme de collision terrain conduit l'équipage de l'aéronef à arrêter la descente et à entamer sans délai une trajectoire d'évitement TE consistant en une remontée à une altitude de sécurité au-dessus des points haut du relief survolé.

La figure 3 montre situation de l'aéronef A à un instant ultérieur t2 alors qu'il entame une remontée pour éliminer le risque de collision terrain signalé par l'alarme de son équipement anticollision terrain. Les palpeurs C et W ont pris la nouvelle direction en montée de l'aéronef A et se sont redressés puisque l'aéronef A est proche du maximum de ses possibilités de montée. Ils ne rencontrent plus la surface MTCD recouvrant le terrain R de sorte que l'équipement anticollision terrain de l'aéronef A a fait cesser l'alarme de collision terrain. L'arrêt de l'alarme (aurale et lumineuse le cas échéant) informe l'équipage de la bonne efficacité de la manœuvre d'évitement par le haut en cours mais ne le renseigne pas sur la possibilité ou non de reprendre la trajectoire de descente qu'il suivait avant l'avènement

de l'alarme de collision terrain. Pour combler cette lacune, l'équipement anticollision terrain proposé prévoit au moins un troisième volume de protection dit de reprise de route, basé sur la position instantanée de l'aéronef A, ici en  $t_2$ , et sur une prévision de déplacement fictif allant dans le sens de la reprise de la trajectoire suivie au moment de la détection du risque avec le terrain (pré-alerte ou alerte). Dans le cas présent, le volume de protection de reprise de route est basé sur une prévision de déplacement fictif reprenant le cap instantané de l'aéronef A et sa pente de descente initiale, et correspond au palpeur L. Ce palpeur L rencontre la surface MTCD recouvrant le terrain R signifiant que la manœuvre d'évitement par le haut en cours de réalisation doit être poursuivie avant que le risque de collision terrain puisse être considéré comme résolu.

Dès que le palpeur L correspondant au volume de protection de reprise de route est libéré de toute emprise de la surface MTCD recouvrant le terrain R, l'équipement d'anticollision terrain émet, à l'attention de l'équipage, un constat de résolution du risque de collision terrain, signifiant la possibilité de reprendre la route initialement suivie. Ce constat peut prendre la forme soit de l'arrêt d'une consigne aurale et/ou lumineuse de poursuite de la manœuvre d'évitement (telle que « continuer montée ») qui a été initiée depuis l'arrêt de l'alarme, soit de la génération momentanée d'une consigne aurale et/ou lumineuse de fin possible de la manœuvre d'évitement.

La figure 4 montre situation de l'aéronef A à un instant postérieur  $t_3$  alors qu'il poursuit sa manœuvre d'évitement par le haut entamée pour éliminer le risque de collision terrain signalé par l'alarme de son équipement anticollision terrain. Les palpeurs C et W restent orientés en montée sans rencontrer le terrain R de sorte que l'équipement anticollision terrain de l'aéronef A n'émet ni pré-alerte, ni alarme. Dès que le palpeur L correspondant au volume de protection de reprise de route ne rencontre plus la surface MTCD recouvrant le terrain R signifiant que la manœuvre d'évitement par le haut en cours de réalisation peut être arrêtée et une trajectoire horizontale ou avantageusement la trajectoire initiale de descente reprise sans risque de collision à court terme avec du terrain et/ou des obstacles, l'équipement d'anticollision terrain émet, à l'attention de l'équipage, un constat de résolution du risque de collision terrain, signifiant la possibilité de reprendre la route initialement suivie. Comme indiqué



précédemment, ce constat peut prendre la forme soit de l'arrêt d'une consigne aurale et/ou lumineuse de poursuite de la manœuvre d'évitement (telle que « continuer montée ») qui a été initiée depuis l'arrêt de l'alarme, soit de la génération momentanée d'une consigne aurale et/ou lumineuse de fin possible de la manœuvre d'évitement.

La façon dont sont obtenus les paramètres de vol par les équipements de navigation 4 de l'aéronef ainsi que les traitements faits par le calculateur 2 sur les paramètres de vol et sur les éléments de la base de données cartographique 3 pour engendrer les pré-alarmes, les alarmes, les consignes d'évitement de terrain ainsi que pour éventuellement afficher une carte en fausses couleurs, par courbes de niveau du terrain survolé, ne seront pas détaillés pour ne pas alourdir la description. Pour des précisions à leur sujet, on se rapportera utilement aux brevets précédemment cités (les brevets français FR 2 689 668, FR 2 747 492, FR 2 773 609, FR 2 813 963 et les brevets américains US 5 488 563, US 5 638 282, US 6 088 654, US 6 317 663).

Comme pour la détection des risques de collision terrain, il peut y avoir plusieurs volumes de protection, par exemple deux volumes de protection de reprise de route, le plus distant pour signaler une résolution imminente d'un risque de conflit de terrain en cours de traitement et le plus proche pour un constat de résolution effective d'un risque de collision terrain. Le ou les palpeurs associés à des volumes de protection de reprise de route peuvent être déterminés par l'équipement anticollision terrain de manière indépendante des palpeurs associés aux volumes de protection d'évolution ou en découler.

La figure 5 donne un exemple, dans lequel le palpeur L associé à un volume de protection de reprise de route est pris égal à la projection, sur le plan horizontal, du palpeur W associé au volume de protection d'évolution dédié aux alarmes de risque de collision terrain.

Une variante consiste à adopter pour le palpeur L associé au volume de protection de reprise de route, non pas la projection, sur le plan horizontal, du palpeur W associé au volume de protection d'évolution dédié aux alarmes de risque de collision terrain mais la réunion des projections, sur le plan horizontal, des palpeurs W et C associés aux volumes de protection d'évolution dédiés aux pré-alarmes et alarmes de risques de collision terrain.

La figure 6 donne un autre exemple particulièrement adapté au cas où un aéronef A est soit, de façon instantanée en cours de descente lors de la résolution d'un risque de collision avec le terrain (a priori en cours de redressement vers un trajectoire montée), soit en descente au moment de la détection d'un risque de collision terrain. Dans cet exemple, le palpeur L associé à un volume de protection de reprise de route est pris égal à la projection, sur le plan de descente de l'aéronef A, du palpeur W associé au volume de protection d'évolution dédié aux alarmes de risque de collision terrain.

Une variante consiste à adopter pour le palpeur L associé au volume de protection de reprise de route, non pas la projection, sur le plan de descente de l'aéronef A, du palpeur W associé au volume de protection d'évolution dédié aux alarmes de risque de collision terrain mais la réunion des projections, sur le plan de descente de l'aéronef A, des palpeurs W et C associés aux volumes de protection d'évolution dédiés aux pré-alarmes et alarmes de risques de collision terrain.

La figure 7 donne un autre exemple particulièrement adapté au cas où un aéronef A est de façon instantané en cours de descente lors de la résolution d'un risque de collision avec le terrain (a priori en cours de redressement vers un trajectoire montée) dans lequel le palpeur L associé à un volume de protection de reprise de route est pris égal à la projection, sur le plan de descente de l'aéronef A, pendant une durée (ou une distance) prédéterminée (par exemple de l'ordre de 30 secondes), puis sur un plan horizontal, du palpeur W associé au volume de protection d'évolution dédié aux alarmes de risque de collision terrain. Avantageusement cette projection est définie de façon cohérente avec celle utilisée pour la représentation des couches de terrain et/ou de risque avec le terrain et/ou les obstacles sur le ou les écrans de visualisation du cockpit utilisé pour ce système d'anticollision terrain, en particulier en prenant pour la durée prédéterminée une durée par exemple de l'ordre de 30 secondes fixe ou modulable suivant des critères propres à l'affichage des couches terrain.

**REVENDICATIONS**

1. Équipement anticollision terrain (1) embarqué à bord d'aéronef  
5 (A), comportant, des moyens de détermination d'au moins une enveloppe virtuelle de protection d'évolution (W, C) construite autour de la trajectoire de l'aéronef prédite à court terme et délimitant un volume de protection autour de la position et de la trajectoire courantes de l'aéronef, des moyens de  
10 détection des intrusions, dans la ou lesdites enveloppes virtuelles de protection d'évolution (W, C), d'une représentation d'une enveloppe (MTCD) du terrain et/ou des obstacles au sol survolés mémorisés dans une base de données embarquée (3) ou au sol, et des moyens d'alarme (5) déclenchés par les moyens de détection d'intrusion,  
caractérisé en ce que, après détection d'un risque de collision sol, ses  
15 moyens de détermination d'enveloppes virtuelles de protection déterminent, en plus de la ou des enveloppes virtuelles de protection d'évolution (W, C), au moins une enveloppe virtuelle de protection de reprise de route (L), construite autour d'une trajectoire fictive de reprise de route,  
en ce que ses moyens de détection d'intrusion détectent les intrusions du  
20 terrain et /ou des obstacles sol (R) à la fois dans la ou les enveloppes virtuelles de protection d'évolution (W, C) et dans la ou les enveloppes virtuelles de protection de reprise de route (L) et  
en ce que ses moyens d'alarmes engendrent une indication signalant la possibilité de mettre fin à une manœuvre d'évitement dès que les moyens de  
25 détection d'intrusion ne constatent plus d'intrusion du terrain et/ou des obstacles au sol (R) dans la ou les enveloppes virtuelles de protection de reprise de route (L).

30 2. Équipement selon la revendication 1, caractérisé en ce que la trajectoire fictive de reprise de route est une trajectoire horizontale.

3. Équipement selon la revendication 1, caractérisé en ce que la trajectoire fictive de reprise de route est une trajectoire ayant pour pente, une  
pente horizontale si la trajectoire instantanée de l'aéronef est en montée ou  
35 en palier, et une pente fonction de la trajectoire instantanée de l'aéronef si l'aéronef est en descente.

4. Equipement selon la revendication 1, caractérisé en ce que la trajectoire fictive de reprise de route est une trajectoire ayant pour pente, une pente fonction de la trajectoire instantanée de l'aéronef

5

5. Equipement selon la revendication 1, caractérisé en ce que la trajectoire fictive de reprise de route est une trajectoire ayant pour pente, une pente fonction de la trajectoire de l'aéronef au moment de la détection du risque de collision terrain.

10

6. Equipement selon la revendication 1, caractérisé en ce que la trajectoire fictive de reprise de route est une trajectoire ayant pour pente, une pente fonction de la trajectoire de l'aéronef au moment de la détection du risque de collision terrain, si celui-ci était en descente, et une trajectoire horizontale si celui-ci était en vol horizontal ou en montée au moment de la détection du risque de collision terrain.

15

7. Equipement selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que la trajectoire fictive de reprise de route est une trajectoire ayant pour cap, le cap instantané de l'aéronef (A).

20

8. Equipement selon l'une des revendications 1 à 6 caractérisé en ce que, la trajectoire fictive de reprise de route est une trajectoire ayant pour cap et pente, ceux de la trajectoire de l'aéronef (A) au moment de la détection du risque de collision terrain.

25

9. Equipement selon la revendication 1, caractérisé en ce que, les limites de la ou des enveloppes virtuelles de protection sont définies par une surface dite palpeur (W, C, L) dont la rencontre avec la représentation d'une enveloppe du terrain et/ou des obstacles au sol (R) extraite des informations de la base de données (3) est assimilée à une intrusion du terrain et/ou des obstacles au sol (R) dans l'enveloppe virtuelle de protection correspondante.

30

10. Equipement selon la revendication 9, caractérisé en ce que, quelle que soit l'attitude instantanée de l'aéronef (A) : montée, vol en palier

35

ou descente), la projection à l'horizontale d'un palpeur (W ou C) d'enveloppe virtuelle de protection d'évolution est adoptée comme palpeur (L) d'une enveloppe virtuelle de protection de reprise de route.

5           11. Equipement selon la revendication 9, caractérisé en ce que, lorsque l'attitude instantanée de l'aéronef (A) est une montée ou un vol en palier, la projection à l'horizontale d'un palpeur (W ou C) d'enveloppe virtuelle de protection d'évolution est adoptée comme palpeur (L) d'une enveloppe virtuelle de protection de reprise de route.

10           12. Equipement selon la revendication 9, caractérisé en ce que, lorsque l'attitude instantanée de l'aéronef (A) est une descente, la projection selon un plan incliné fonction de la pente de descente instantanée de l'aéronef d'un palpeur (W ou C) d'enveloppe virtuelle de protection  
15 d'évolution est adoptée comme palpeur (L) d'une enveloppe virtuelle de protection de reprise de route.

20           13. Equipement selon la revendication 1, caractérisé en ce que, lorsque l'attitude instantanée de l'aéronef (A) est une descente, la projection selon un plan incliné fonction de la pente de descente instantanée de l'aéronef d'un palpeur (W ou C) d'enveloppe virtuelle de protection d'évolution pendant une certaine distance ou temps de vol puis selon l'horizontale, est adoptée comme palpeur (L) d'une enveloppe virtuelle de protection de reprise de route.

25           14. Equipement selon la revendication 13, caractérisé en ce que, lorsque l'équipement anticollision terrain est pourvu d'un écran de visualisation affichant une représentation des couches de terrain et/ou de risque avec le terrain et/ou les obstacles survolés, la projection, selon deux  
30 plans, adoptée comme palpeur (L) d'une enveloppe virtuelle de protection de reprise de route est réalisée de façon cohérente avec celle utilisée sur l'écran pour la représentation des couches de terrain et/ou de risque avec le terrain et/ou les obstacles survolés.

15. Equipement selon la revendication 1, caractérisé en ce que, lorsque l'aéronef (A) était en montée ou en palier au moment de la détection d'un risque de collision terrain, la projection à l'horizontale d'un palpeur (W, C) d'enveloppe virtuelle de protection d'évolution est adoptée comme palpeur  
s (L) d'une enveloppe virtuelle de protection de reprise de route.

16. Equipement selon la revendication 1, caractérisé en ce que, lorsque l'aéronef (A) était en descente au moment de la détection d'un risque de collision terrain, la projection, selon un plan incliné ayant la pente de  
10 descente de l'aéronef (A) au moment de la détection du risque de collision terrain, d'un palpeur (W, C) d'enveloppe virtuelle de protection d'évolution est adoptée comme palpeur (L) d'une enveloppe virtuelle de protection de reprise de route.

17. Equipement selon la revendication 1, caractérisé en ce que, lorsque les moyens de détermination d'enveloppe virtuelle de protection engendrent deux enveloppes virtuelles de protection d'évolution, la plus  
15 distante (C) pour une pré-alarme de collision terrain et la plus proche (W) pour une alarme de collision terrain, la réunion des projections à l'horizontale des palpeurs (W, C) des deux enveloppes virtuelles de protection d'évolution  
20 est adoptée comme palpeur (L) d'une enveloppe virtuelle de protection de reprise de route.

18. Equipement selon la revendication 1, caractérisé en ce que, lorsque les moyens de détermination d'enveloppe virtuelle de protection engendrent deux enveloppes virtuelles de protection d'évolution, la plus  
25 distante (C) pour une pré-alarme de collision terrain et la plus proche (W) pour une alarme de collision terrain, la réunion des projections, selon un plan incliné ayant la pente de descente de l'aéronef (A) au moment de la  
30 détection du risque de collision terrain, des palpeurs (W,C) des deux enveloppes virtuelles de protection d'évolution est adoptée comme palpeur (L) d'une enveloppe virtuelle de protection de reprise de route.

## 21

19. Equipement selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'indication signalant la possibilité de mettre fin à une manœuvre d'évitement est donnée momentanément sous forme aurale et/ou visuelle.

5           20. Equipement selon la revendication 1 caractérisé en ce qu'il engendre une indication de maintien de la manœuvre d'évitement sous forme aurale et/ou visuelle, à la disparition d'une l'alerte terrain et ce, jusqu'à ce qu'aucun risque de collision ne soit détecté par l'enveloppe virtuelle de protection de reprise de route (L).

10           21. Equipement selon la revendication 1 caractérisé en ce que la distance verticale sous l'aéronef à laquelle est placée une enveloppe virtuelle de protection de reprise de route est prise égale à celle utilisé pour l'une des enveloppes virtuelles de protection d'évolution.

15           22. Equipement selon l'une au moins des revendications précédentes, caractérisé en ce que, lorsque l'équipement anticollision terrain est pourvu d'un écran de visualisation affichant une représentation des couches de terrain et/ou de risque avec le terrain et/ou les obstacles survolés, la distance verticale sous l'aéronef à laquelle est placée une  
20           enveloppe virtuelle de protection de reprise de route est prise cohérente avec celle utilisée sur l'écran pour la représentation des couches de terrain et/ou de risque avec le terrain et/ou les obstacles survolés.

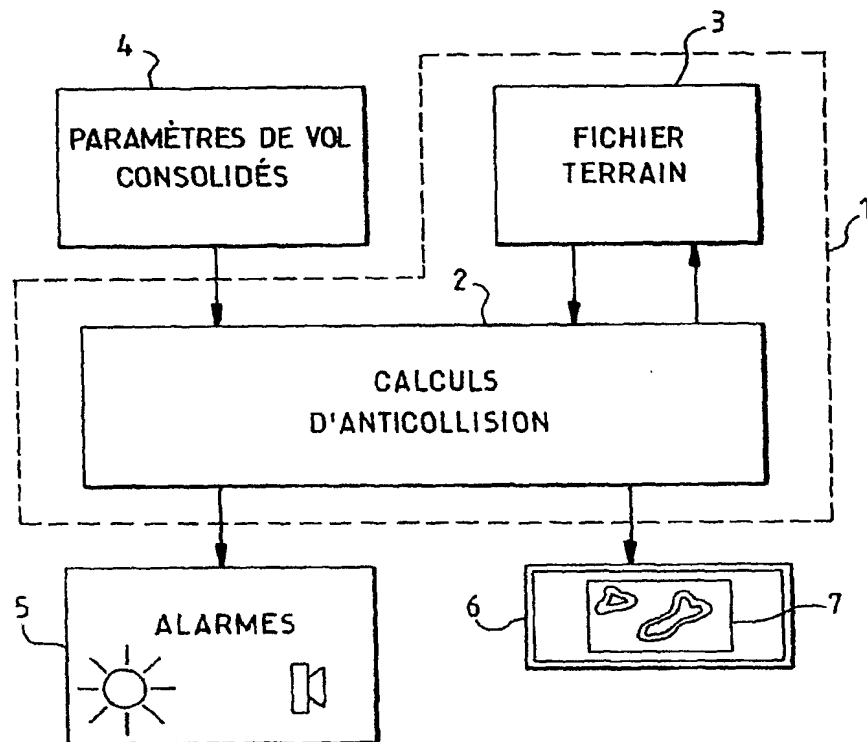


FIG.1



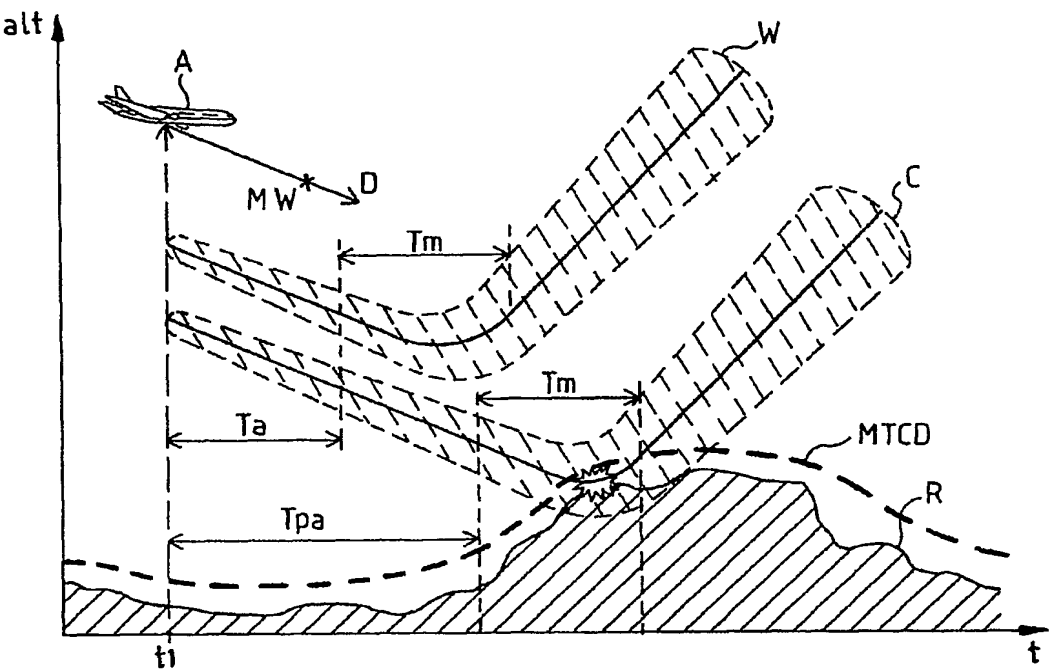


FIG.2

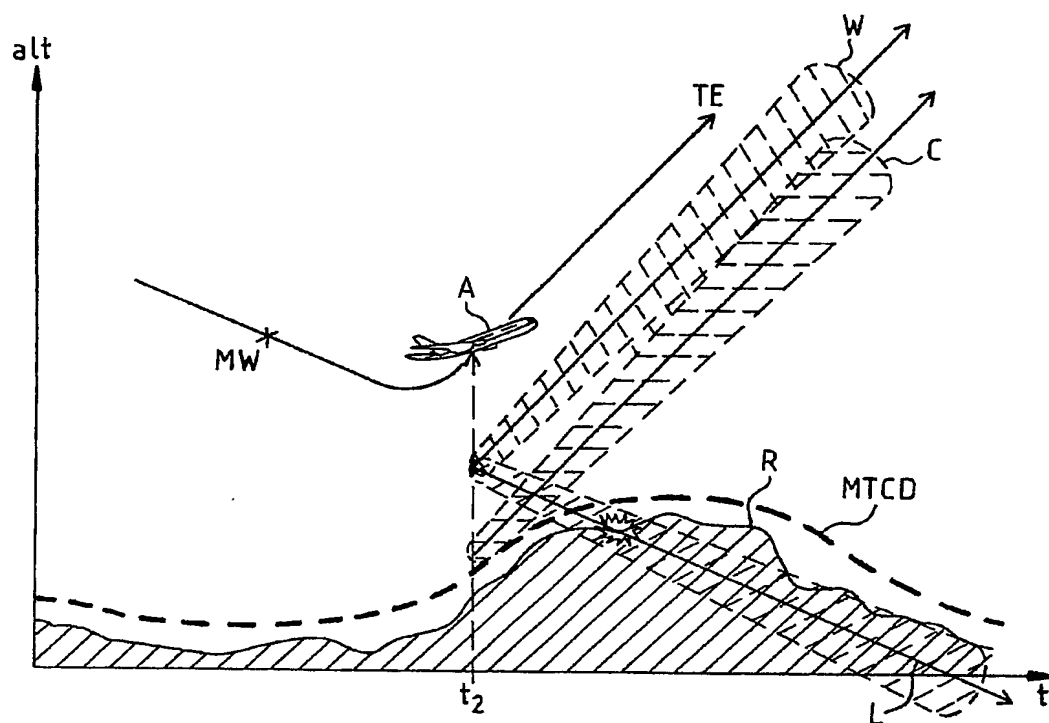


FIG.3

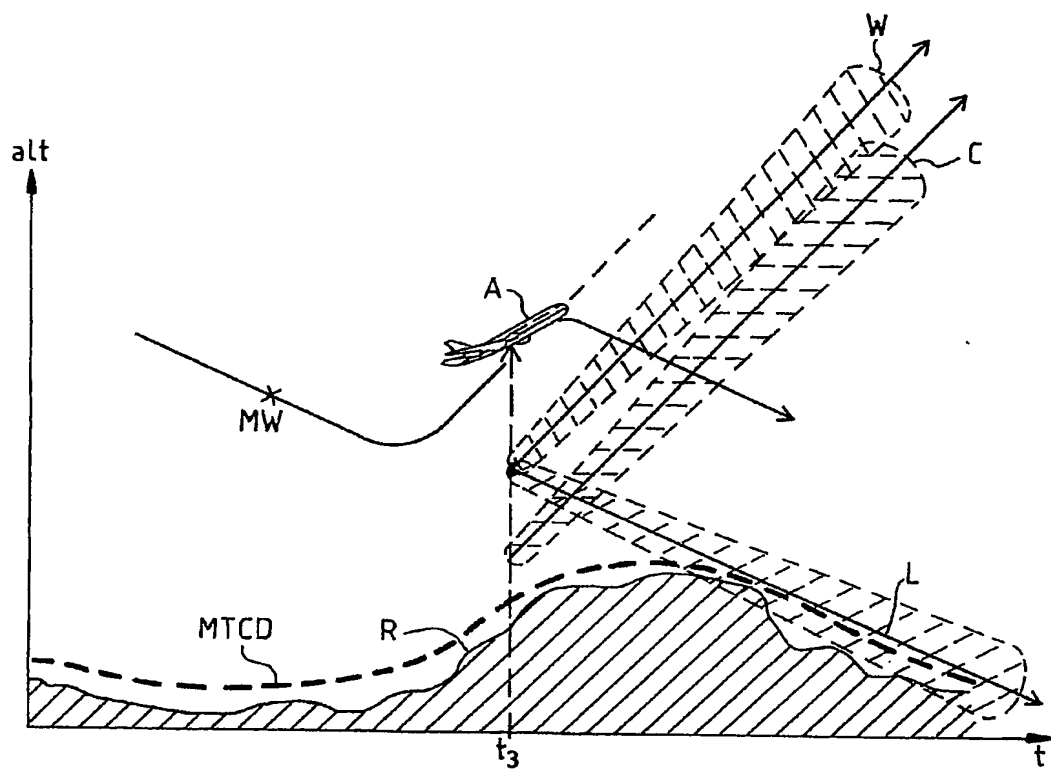


FIG. 4

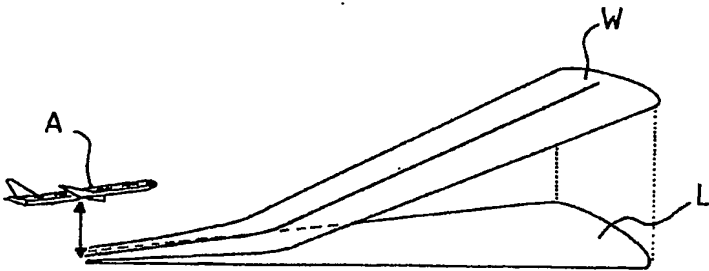


FIG. 5

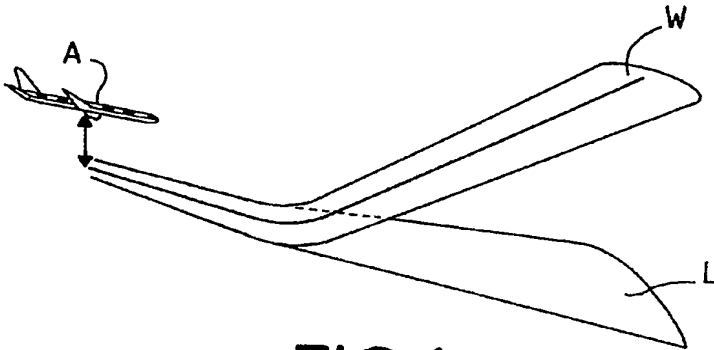


FIG. 6

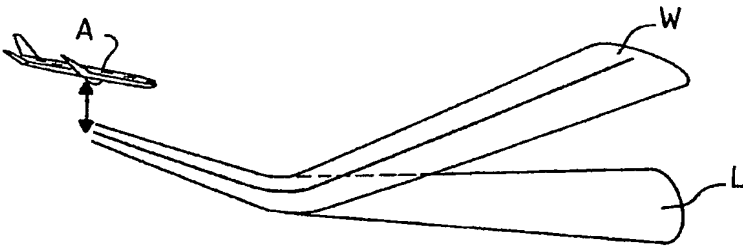


FIG. 7

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/EP 03/50921

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
IPC 7 G08G5/04 G05D1/06

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
IPC 7 G08G B64D G05D

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 5 892 462 A (TRAN MY) 6 April 1999 (1999-04-06) column 5, line 32 - column 6, line 13 column 7, line 60 - column 8, line 7 column 10, line 25 - column 12, line 6 figures 1,5,9	1-22
A	US 6 347 263 B1 (GLOVER HOWARD ET AL) 12 February 2002 (2002-02-12) column 3, line 28 - column 4, line 14 figures 7-20	1-22
A	WO 98/38619 A (BRITISH AEROSPACE ;COWIE MARK (GB)) 3 September 1998 (1998-09-03) page 3, paragraph 3 - page 4, paragraph 1 page 17, paragraph 3 - page 19, paragraph 1 figures 1,5	1-22

-/-

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

### \* Special categories of cited documents :

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

16 April 2004

Date of mailing of the international search report

28/04/2004

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Massalski, M

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP 03/50921

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	EP 0 790 487 A (MARCONI GEC LTD) 20 August 1997 (1997-08-20) column 5, line 33 - column 6, line 14 figure 3 -----	1-22
A	EP 0 597 760 A (SEXTANT AVIONIQUE) 18 May 1994 (1994-05-18) column 6, line 38 - column 7, line 47 figure 4 -----	1-22
A	FR 2 773 609 A (DASSAULT ELECTRONIQUE) 16 July 1999 (1999-07-16) cited in the application page 18, line 26 - page 21, line 32 page 24, line 21 - page 26, line 24 figures 5-7 -----	1-22
A	FR 2 813 963 A (THOMSON CSF) 15 March 2002 (2002-03-15) cited in the application page 23, line 1 - page 28, line 19 figures 4-6 -----	1-22

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP 03/50921

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 5892462	A	06-04-1999	US 2004007255 A1 DE 69606804 D1 DE 69606804 T2 EP 0750238 A1	15-01-2004 06-04-2000 15-06-2000 27-12-1996
US 6347263	B1	12-02-2002	US 6092009 A US 5839080 A US 2001056316 A1 EP 0842396 A1 US 6088634 A US 6219592 B1 WO 9705450 A1 US 6122570 A US 6292721 B1 US 6138060 A EP 0916072 A1 WO 9804883 A1	18-07-2000 17-11-1998 27-12-2001 20-05-1998 11-07-2000 17-04-2001 13-02-1997 19-09-2000 18-09-2001 24-10-2000 19-05-1999 05-02-1998
WO 9838619	A	03-09-1998	GB 2322611 A AT 219272 T AU 732320 B2 AU 6304998 A CA 2282534 A1 DE 69805971 D1 DE 69805971 T2 EP 0965118 A1 WO 9838619 A1 JP 2001513240 T NO 994092 A US 2001013836 A1	02-09-1998 15-06-2002 12-04-2001 18-09-1998 03-09-1998 18-07-2002 26-09-2002 22-12-1999 03-09-1998 28-08-2001 26-10-1999 16-08-2001
EP 0790487	A	20-08-1997	DE 69714099 D1 DE 69714099 T2 EP 0790487 A2 ES 2176616 T3 GB 2310184 A ,B US 5864307 A	29-08-2002 21-11-2002 20-08-1997 01-12-2002 20-08-1997 26-01-1999
EP 0597760	A	18-05-1994	FR 2697796 A1 CA 2102764 A1 DE 69308479 D1 EP 0597760 A1 JP 6206595 A US 5414631 A	13-05-1994 11-05-1994 10-04-1997 18-05-1994 26-07-1994 09-05-1995
FR 2773609	A	16-07-1999	FR 2773609 A1 CA 2256874 A1 EP 0928952 A1 JP 11259799 A RU 2211489 C2 US 6088654 A	16-07-1999 12-07-1999 14-07-1999 24-09-1999 27-08-2003 11-07-2000
FR 2813963	A	15-03-2002	FR 2813963 A1 CA 2390230 A1 EP 1316004 A2 WO 0221229 A2 US 2003107499 A1	15-03-2002 14-03-2002 04-06-2003 14-03-2002 12-06-2003

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Dem. Internationale No  
PCT/EP 03/50921

<b>A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE</b> CIB 7 G08G5/04 G05D1/06		
Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB		
<b>B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE</b> Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement) CIB 7 G08G B64D G05D		
Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche		
Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si réalisable, termes de recherche utilisés) EPO-Internal, WPI Data		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS</b>		
Catégorie *	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	US 5 892 462 A (TRAN MY) 6 avril 1999 (1999-04-06) colonne 5, ligne 32 - colonne 6, ligne 13 colonne 7, ligne 60 - colonne 8, ligne 7 colonne 10, ligne 25 - colonne 12, ligne 6 figures 1,5,9	1-22
A	US 6 347 263 B1 (GLOVER HOWARD ET AL) 12 février 2002 (2002-02-12) colonne 3, ligne 28 - colonne 4, ligne 14 figures 7-20	1-22
A	WO 98/38619 A (BRITISH AEROSPACE ;COWIE MARK (GB)) 3 septembre 1998 (1998-09-03) page 3, alinéa 3 - page 4, alinéa 1 page 17, alinéa 3 - page 19, alinéa 1 figures 1,5	1-22
-/-		
<input checked="" type="checkbox"/> Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents		
<input checked="" type="checkbox"/> Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe		
* Catégories spéciales de documents cités:		
"A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent "E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date "L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée) "O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens "P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée "T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention "X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément "Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier "&" document qui fait partie de la même famille de brevets		
Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée  16 avril 2004		Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale  28/04/2004
Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016		Fonctionnaire autorisé  Massalski, M



# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande Internationale No

PCT/EP 03/50921

C.(suite) DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	EP 0 790 487 A (MARCONI GEC LTD) 20 août 1997 (1997-08-20) colonne 5, ligne 33 - colonne 6, ligne 14 figure 3 -----	1-22
A	EP 0 597 760 A (SEXTANT AVIONIQUE) 18 mai 1994 (1994-05-18) colonne 6, ligne 38 - colonne 7, ligne 47 figure 4 -----	1-22
A	FR 2 773 609 A (DASSAULT ELECTRONIQUE) 16 juillet 1999 (1999-07-16) cité dans la demande page 18, ligne 26 - page 21, ligne 32 page 24, ligne 21 - page 26, ligne 24 figures 5-7 -----	1-22
A	FR 2 813 963 A (THOMSON CSF) 15 mars 2002 (2002-03-15) cité dans la demande page 23, ligne 1 - page 28, ligne 19 figures 4-6 -----	1-22

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Dem. Internationale No

PCT/EP 03/50921

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 5892462	A	06-04-1999	US 2004007255 A1	15-01-2004
			DE 69606804 D1	06-04-2000
			DE 69606804 T2	15-06-2000
			EP 0750238 A1	27-12-1996
US 6347263	B1	12-02-2002	US 6092009 A	18-07-2000
			US 5839080 A	17-11-1998
			US 2001056316 A1	27-12-2001
			EP 0842396 A1	20-05-1998
			US 6088634 A	11-07-2000
			US 6219592 B1	17-04-2001
			WO 9705450 A1	13-02-1997
			US 6122570 A	19-09-2000
			US 6292721 B1	18-09-2001
			US 6138060 A	24-10-2000
			EP 0916072 A1	19-05-1999
			WO 9804883 A1	05-02-1998
WO 9838619	A	03-09-1998	GB 2322611 A	02-09-1998
			AT 219272 T	15-06-2002
			AU 732320 B2	12-04-2001
			AU 6304998 A	18-09-1998
			CA 2282534 A1	03-09-1998
			DE 69805971 D1	18-07-2002
			DE 69805971 T2	26-09-2002
			EP 0965118 A1	22-12-1999
			WO 9838619 A1	03-09-1998
			JP 2001513240 T	28-08-2001
			NO 994092 A	26-10-1999
			US 2001013836 A1	16-08-2001
EP 0790487	A	20-08-1997	DE 69714099 D1	29-08-2002
			DE 69714099 T2	21-11-2002
			EP 0790487 A2	20-08-1997
			ES 2176616 T3	01-12-2002
			GB 2310184 A ,B	20-08-1997
			US 5864307 A	26-01-1999
EP 0597760	A	18-05-1994	FR 2697796 A1	13-05-1994
			CA 2102764 A1	11-05-1994
			DE 69308479 D1	10-04-1997
			EP 0597760 A1	18-05-1994
			JP 6206595 A	26-07-1994
			US 5414631 A	09-05-1995
FR 2773609	A	16-07-1999	FR 2773609 A1	16-07-1999
			CA 2256874 A1	12-07-1999
			EP 0928952 A1	14-07-1999
			JP 11259799 A	24-09-1999
			RU 2211489 C2	27-08-2003
			US 6088654 A	11-07-2000
FR 2813963	A	15-03-2002	FR 2813963 A1	15-03-2002
			CA 2390230 A1	14-03-2002
			EP 1316004 A2	04-06-2003
			WO 0221229 A2	14-03-2002
			US 2003107499 A1	12-06-2003